Über die typische Humerusfraktur durch Propellerschlag.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Hohen Medizinischen Fakultät

der

Vereinigten Friedrichs-Universität Halle-Wittenberg

vorgelegt von

Eduard Kimbron

approb. Arzt

z. Zt. Halle a. d. S.

Halle a. d. S.

Buchdruckerei des Waisenhauses

1919

Ebenso wie mit der Einführung des Automobils als Verkehrsmittel die Zahl der ursprünglichen Automobilsportverletzungen zunahm, mußte mit gesteigerter Verwendung des Flugzeuges mit einer zahlenmäßigen Vermehrung der Flugzeugunfälle gerechnet werden.

In der Berliner klinischen Wochenschrift vom Jahre 1914 schreibt Marx über Fliegerverletzungen, worunter er alle die Verletzungen versteht, die infolge fehlerhafter Führung des Flugzeuges bei Aufstieg, Flug oder Landung entstehen, „wobei es sich im übrigen von selbst versteht, daß auch bei dem Hantieren mit den Maschinen z. B. durch die Propeller alle Arten von Verletzungen, wie Rißwunden, Quetschwunden und ähnliche Verletzungen zustande kommen können, wie etwa bei jedem anderen maschinellen Betriebe".

Seinen Ausführungen legt Marx zwei Sanitätsberichte des Flugplatzes Johannistal zugrunde, von denen der eine bei einer Zeitdauer vom 13. April 1912 bis 28. Mai 1913, also über ein Jahr, 130, der zweite vom 1. Juli bis 29. November 1913, also in einem halben Jahre, 106 Verletzungsunfälle aufzählt.

Wir sehen schon hier eine deutliche Zunahme der Unfallzahlen, trotzdem in dieser Zeit wohl noch nicht von einem eigentlichen Fliegerberuf die Rede sein kann.

Erst die Ausdehnung der Kriegsschauplätze und der Verwendungsmöglichkeiten der Flugzeuge führte zu einer solch zahlenmäßigen Vermehrung der Flugzeuge und Indienststellung der mit ihnen enger beschäftigten Menschen, daß wir jetzt von einer Umwandlung des Flugzeugsports in einen Flugzeug- oder Fliegerberuf sprechen können.

Gibt es nun auch hier ähnlich wie in anderen Berufen Verletzungen, die sich bezüglich ihres Zustandekommens oder ihrer Eigenart so von anderen unterscheiden, daß wir sie als typische, aus der Beschäftigung mit dem Flugzeug resultierende Verletzung bezeichnen können, ähnlich etwa der typischen Chauffeurverletzung, wie sie Mühsam in der Deutschen medizinischen Wochenschrift Nr. 28 (1906) zusammenfassend beschreibt? Es handelt sich bekanntlich um einen Bruch des unteren Radiusendes, entstanden durch

Rückschlag der Kurbel, die zum Antrieb des Motors dient. Der Rückschlag tritt ein, wenn die Zündung des Gases zu früh erfolgt und wenn die Federvorrichtung, welche beim Angehen des Motors die Kurbel aussetzt, nicht rechtzeitig funktioniert.

Noch im Jahre 1914 sagt Marx am Schlusse seiner Ausführungen über Fliegerverletzungen: „Es wäre ebenso schwierig wie voreilig, aus diesem nicht einmal besonders zulänglichen Material schon jetzt eine Formel für eine spezifische Fliegerverletzung abzuleiten. Die Erfahrung wird uns eines Tages von selbst lehren, ob es überhaupt eigene, besondere Fliegerverletzungen gibt, Verletzungen, die zugleich die besondere Art der Unfallursache erkennen lassen können."

Zur Entscheidung dieser Frage bedarf es meines Erachtens zunächst der Festlegung, auf Grund welcher besonderen Merkmale wir berechtigt sind, von einer typischen Verletzung zu sprechen und weiterhin, ob die besonderen Merkmale sich auch auf die als typisch bezeichnete Humerusfraktur durch Propellerschlag anwenden lassen.

In seinen einleitenden Ausführungen über die Verletzungen der Knochen und Gelenke stellt Wilms den Satz auf, daß „trotz der Ungleichartigkeit und Mannigfaltigkeit der Traumen infolge der gleichartigen anatomischen Verhältnisse des Knochen- und Gelenkapparates relativ häufig gewisse typische Formen der Knochen- und Gelenkverletzungen zustande kommen, z. B. typische Radiusfraktur, typischer Knöchelbruch usw.

Jede Körperregion hat deshalb ihre charakteristischen Knochen- und Gelenkverletzungen, bei deren Entstehung eben die anatomischen Verhältnisse der betreffenden Region ausschlaggebend sind".

Die gleichartigen anatomischen Verhältnisse allein können nicht für das Zustandekommen einer typischen Verletzung „ausschlaggebend" sein, weil dann jedes Trauma, das eine Körperregion trifft, dieselbe Störung im Aufbau und in der Funktion hervorrufen könnte, vielmehr dürfen wir von einer typischen Verletzung wohl nur dann sprechen, wenn sie einmal durch ein gleiches oder in seiner Wirkung gleiches Trauma hervorgerufen ist und dann pathologisch-anatomisch gleiche Verhältnisse aufweist.

Fall nach der Seite bei feststehendem Fuß oder Abknickung des Fußes bei fixiertem Unterschenkel werden, da in ihrer Wirkung wesensgleich, dieselbe Knöchelverletzung hervorrufen können; aus dem Anprall der rückschnellenden Kurbel eines Automotors, aus einem Stockschlag und schließlich aus dem Aufschlag des Vorderarms auf eine vorstehende Kante bei Sturz aus der Höhe kann die

gleiche Parierfraktur resultieren, da diese verschiedenen Traumen gleiche störende Wirkung auf die anatomischen Verhältnisse des Vorderarms haben können.

Eine enger umgrenzte Erklärung für eine bestimmte Gruppe typischer Verletzungen gibt uns von Saar in den einleitenden Darlegungen seiner Zusammenstellung der typischen Sportverletzungen. Von der Erwägung ausgehend, daß für irgendeine sportliche Leistung eine typische zwangsläufige Bewegung erforderlich ist, kommt er zu dem Schluß, daß jede Störung dieser Bewegung zu einer Schädigung der erstrebten Sportleistung oder des Sporttreibenden führen muß, und zwar bei gleicher Bewegung und gleicher Störung zu gleicher Schädigung; und er folgert weiter, daß je sportlich eingeengter, je typischer eine Bewegung ist, auch die aus jeder Störung dieser Bewegung sich ergebenden Schädigungen immer mehr eine gewisse Konstanz, einen gewissen Typus aufweisen müssen.

Unter einer typischen Sportverletzung versteht von Saar eine Verletzung, die in einer bestimmten Störung einer ganz genau begrenzten Phase einer sportlichen Bewegung ihre Ursache hat, die bei sonst gleichen Umständen immer zur gleichen Verletzung führen muß.

Als weiteren, die Verletzung bestimmenden Faktor nimmt von Saar das Sportgerät beziehungsweise dessen Verhältnis zum Sporttreibenden im Augenblick der Störung an.

Ohne Zweifel können wir diese von von Saar für die Sportverletzungen aufgestellten Grundsätze überall da anwenden, wo zur Erzielung bestimmter Leistungen bestimmte, begrenzte Bewegungen erforderlich sind, und wo durch diese ein bestimmtes Verhältnis gesetzt wird zwischen Körper und einem zur Erzielung der Leistung erforderlichen Geräte. In diesem Sinne bestände dann kein wesentlicher Unterschied zwischen der typischen Sportverletzung und der typischen Berufsverletzung und wir könnten als Grundbedingungen für eine typische Verletzung aufstellen:

1. ein bestimmtes typisches Trauma, typisch insofern als es nur Menschen treffen kann, die auf Grund ihrer Beschäftigung diesem Trauma ausgesetzt sind, wobei die Art des Traumas dann nur den Typus der Verletzung für eine bestimmte Menschengruppe bezeichnen würde;
2. gleiche Bewegung oder Haltung, die dem gesamten Körper oder einer Körperregion ein bestimmtes Verhältnis zum Gerät im Moment des Traumas zuweist und aus beiden resultierend;

3. gleiche Verletzung mit gleichen pathologisch-anatomischen Verhältnissen bezüglich Aufbau und Funktion und daneben besonderen Merkmalen, die sie von anderen durch andere Traumen an derselben Körperregion gesetzte Verletzungen in auffälliger typischer Weise unterscheiden.

Das Flugzeug, ursprünglich rein Sportgerät, wurde aus einem Zeitbedürfnis heraus zum Berufsgerät, ähnlich wie das Automobil aus einem Sportgerät zum Verkehrsmittel wurde. Die Beschäftigung mit dem Flugzeug, der ursprüngliche Sport, wurde zum Beruf. Das bedeutet, daß die Zahl der Geräte vermehrt, eine größere Zahl von Menschen in Dienst gestellt werden mußten. Die eng umgrenzten typischen Bewegungen, die früher von einzelnen Sporttreibenden ausgeführt wurden, müssen nun von einer größeren Zahl von Menschen geleistet werden, und aus dem früheren Einzelverhältnis des Sportgeräts zum Sporttreibenden ist ein vielfaches Verhältnis des Berufsgeräts zum Menschen geworden. Aus der Sportverletzung wird die Berufsverletzung. Ganz abgesehen von der größeren Zahl der beteiligten Menschen wird schon aus dem Grunde die Zahl der Verletzungen zunehmen müssen, weil jetzt neben dem intelligenten, interessierten Sportliebhaber, der aus Neigung und mit Rücksicht auf den Erfolg in seinen Bewegungen und in seinem Verhältnis zum Gerät die erforderlichen Vorsichtsmaßregeln aufs genaueste beachtet, nun auch der weniger interessierte, weniger intelligente Nur-Arbeiter steht, dem schließlich nichts daran liegt, wenn mal „so 'ne Maschine krachen geht", denn auch im Falle, daß ihm selbst dabei etwas passiert, bekommt er ja immer noch seine Rente.

Die Frage: Gibt es unter den mancherlei Verletzungen, welche aus der Beschäftigung mit dem Flugzeug resultieren, auch solche, auf die wir die für eine typische Verletzung notwendigen Vorbedingungen anwenden können, dürfen wir heute erfahrungsgemäß bejahen.

Schon ein Vergleich der Bewegungsapparate des Flugzeugs und Automobils, die doch an sich wesensgleich und deren Antrieb in der gleichen Weise, beim einen durch Umdrehungen des Propellers, beim anderen durch eine Kurbel erfolgt, mußte uns erwarten lassen, daß bei dem fast gleichen Verhältnis zwischen Maschine und Mensch aus einer Störung dieses Verhältnisses eine Verletzung resultieren müsse, wie sie beim Automobil als typische Chauffeurverletzung bekannt und beschrieben ist.

Es soll in folgendem der Nachweis erbracht werden, daß es

eine typische Verletzung der Flieger gibt, richtiger der mit dem Betriebe des Flugzeuges beschäftigten Menschen, typisch, weil diese Verletzung hervorgerufen wird durch:

1. ein gleiches für den Flieger typisches Trauma, wobei
2. von dem Verletzten im Moment des Traumas eine gleiche Bewegung beabsichtigt war, die den Körper resp. die verletzte Körperregion in ein gleiches Verhältnis zu dem zu bewegenden Gerät setzt, und
3. die aus Trauma und Bewegung oder Verhältnis resultierende Verletzung gleiche pathologisch-anatomische Verhältnisse bezüglich Aufbau und Funktion der getroffenen Körperregion aufweist und daneben Merkmale zeigt, die der Verletzung selbst einen bestimmten Typus geben.

Der Bezeichnung typische Verletzung für eine aus der Beschäftigung mit dem Flugzeug hervorgegangenen Schädigung des menschlichen Körpers begegnen wir in der Literatur zum ersten Male in Nr. 45 der Deutschen medizinischen Wochenschrift vom Jahre 1916.

Kothe-Gotha berichtet hier über acht Fälle von Oberarmverletzungen, hervorgerufen durch Propellerschlag, und nennt die Verletzungen „geradezu typisch", weil sie bei gleicher Ursache stets gleicher oder zum mindesten fast gleicher Art sind. Es war mir nicht möglich, genauere Angaben über die einzelnen Fälle zu erhalten und kann ich daher den weiteren Ausführungen über diese Fälle nur den zusammenfassenden Bericht Kothes zugrundelegen.

Das Trauma, das zur Entstehung der Verletzung führte, war in allen Fällen das gleiche. Kothe gibt dazu folgende Erklärung:

„Wenn vor dem Aufstieg eines Flugzeuges der Motor in Gang gebracht werden soll, so wird bei abgestellter Zündung durch einen vor dem Flugzeug stehenden Mann der Propeller in Umdrehungen gesetzt, damit zündfähiges Gas in die Zylinder gelangt. Zu diesem Zwecke ergreift der Mann das von ihm aus links befindliche Ende des Propellers und drückt es nach unten. Dann wird das andere Ende, das inzwischen auf die linke Seite gelangt ist, ebenfalls durchgedrückt und so der Propeller einige Male umgedreht. Im allgemeinen genügen vier bis sechs Umdrehungen. Dann tritt der Mann mit dem Rufe ‚frei' zurück, und zwar so, daß er vom Flugzeugführer gesehen werden kann. Dieser stellt nun die Zündung ein und betätigt die Kurbel des Anlaßmagneten. Dadurch wird das in die Zylinder angesaugte und komprimierte Gas entzündet. Der Motor

springt an. Wenn dieser Vorgang sich in vorschriftsmäßiger Weise abspielt und keine Störungen in der elektrischen Leitung vorhanden sind, so ist jeder Unglücksfall ausgeschlossen. Unfälle ereignen sich dadurch, daß der Motor vorzeitig anspringt; das kann zunächst dadurch eintreten, daß in der Leitung vom Unterbrecher zum Ausschalter eine Störung besteht, welche einen Kurzschluß verursacht. Dann ist die Wirkung des Unterbrechers nicht aufgehoben; infolgedessen entsteht beim Umdrehen des Propellers im sekundären Stromkreis ein Induktionsstrom, der eine Zündung bewirkt, ähnlich wie beim Drehen der Kurbel eines Kraftwagens. In vielen Fällen scheint aber die Schuld auf Unachtsamkeit des Flugzeugführers zurückgeführt werden zu müssen, welcher die Zündung vorher nicht abgestellt hatte. Die Folge dieses vorzeitigen Anspringens des Motors ist, daß der Propeller plötzlich selbsttätig in schnelle Umdrehungen versetzt wird, während der Mann noch im Begriff steht, ihn weiter zu drehen. Dies geschieht so plötzlich, daß der Mann in den meisten Fällen keine Zeit mehr hat, sich in Sicherheit zu bringen und in Gefahr gerät, vom Propeller verletzt zu werden. Diese Gefahr wird noch dadurch vergrößert, daß der Mann durch den starken Luftdruck, der durch die raschen Umdrehungen des Propellers entsteht, an das Flugzeug förmlich angesaugt wird; dazu kommt noch, daß der Propeller sich nicht in einer senkrechten, sondern in einer schräg nach vorn unten geneigten Ebene dreht und daher nach vorn ausschlägt."

Wir haben also hier ein gleiches für den Flieger typisches Trauma, den Schlag durch den sich selbsttätig drehenden Propeller. Ferner zeigt uns die vorstehende Schilderung des Verletzungsvorganges das Verhältnis zwischen Mensch und Gerät, denn die Umdrehung des Propellers erfordert bestimmte Bewegungen, die ihrerseits die Haltung des menschlichen Körpers, besonders der Arme, bedingen.

Die Störung dieses feststehenden Verhältnisses ist durch die plötzlich einsetzenden selbsttätigen Umdrehungen des Propellers gegeben und es ist bezüglich der Wirkung gleichgültig, ob sie hervorgerufen sind durch Störung in der elektrischen Leitung, durch Unachtsamkeit des Flugzeugführers oder des Mannes, der den Propeller in Umdrehungen versetzen soll.

Es ist ohne weiteres ersichtlich, daß die schädigende Wirkung dieser Verhältnisstörung in erster Linie den am weitesten außen befindlichen linken Oberarm treffen muß; der rechte Arm ist durch den außen befindlichen linken Arm geschützt, der übrige Körper

steht zunächst außerhalb der Rotationsebene des Propellers. Es ist aber auch ohne weiteres klar, daß durch die Wucht des Propellerschlages oder durch die ansaugende Kraft des rotierenden Propellers auch der übrige Körper in den Bereich der Rotationsebene gebracht und daher auch andere Körperregionen verletzt werden können. Als primäre Verletzung haben wir jedenfalls die Verletzung des linken Oberarms anzusehen.

Kothe fand, daß in allen Fällen die Verletzung den Oberarm dicht oberhalb des Ellbogens betraf — siebenmal den linken und einmal den rechten — und daß sie fast stets — sechsmal — mit einer suprakondylären Fraktur des Humerus verbunden war. Der eine Fall von Verletzung des rechten Oberarms erklärt sich vielleicht so, daß der Betreffende aus irgendeinem Grunde eine Drehung nach links gemacht und dadurch dem noch erhobenen rechten Arm den Schutz durch den linken Arm genommen hat.

Drei weitere Fälle von Fraktur des linken Humerus — zwei suprakondylär, einer etwas unterhalb der Mitte des Oberarms —, die in der hiesigen chirurgischen Klinik zur Behandlung gekommen sind, beweisen die Berechtigung der Annahme, daß die aus dem Trauma und der Verhältnisstörung resultierende Erst- und auch wohl Hauptverletzung eine suprakondyläre Fraktur des linken Humerus ist.

Mit vorstehenden Ausführungen ist die Gleichartigkeit und der Typus des Traumas, die Gleichartigkeit des Verhältnisses zwischen Mensch und Gerät im Moment des Traumas wohl zur Genüge festgelegt, so daß wir die durch Propellerschlag hervorgerufene suprakondyläre Fraktur des linken Humerus zum wenigsten als typische Fliegerverletzung bezeichnen können. Zahlenmäßige Feststellungen über die Häufigkeit dieser Fliegerverletzung werden erst nach Rückkehr ruhiger, geordneter Verhältnisse an Hand der Truppenkrankenbücher und Krankenhausjournale möglich sein. Dann wird auch die Frage beantwortet werden können, wie an dieser Zahl die Frontflugplätze gegenüber den Heimatflugplätzen beteiligt sind, um an Hand dieser Zahlen beurteilen zu können, inwieweit der Grad der Ausbildung am Flugzeug beim Zustandekommen der Verletzung als ursächlicher Faktor zu werten und in der Prophylaxe zu berücksichtigen ist. Desgleichen wird sich später vergleichenderweise feststellen lassen, inwieweit die Art des Gerätebaumaterials und des Betriebsstoffes für die Häufigkeit der Störung anzuschuldigen sein werden.

Es soll nun in folgendem untersucht werden, ob die aus Trauma

und Verhältnisstörung resultierende Verletzung besondere Merkmale aufweist, die ihre Benennung als typische Verletzung als solche berechtigt erscheinen lassen.

Zunächst seien die genaueren Angaben über die in der hiesigen Klinik behandelten Fälle angeführt:

1. Flieger D. erhielt am 26. 7. 18 beim Andrehen des Propellers eines Flugzeuges einen Propellerschlag gegen den linken Oberarm. Die Ursache des plötzlichen Anspringens des Motors vermag Patient nicht anzugeben, sie ist wohl in einer Störung der elektrischen Leitung zu suchen.

   Befund: Das linke Ellbogengelenk ist geschwollen; etwa 5 cm oberhalb des Gelenks fühlt man einen abnormen Knochenvorsprung, Krepitation (?) und abnorme Beweglichkeit.

   Das Röntgenbild zeigt suprakondyläre Fraktur des linken Humerus mit starker Abweichung des unteren Fragmentes nach der Beugeseite. Die Bruchlinie verläuft fast quer und zeigt mehrere Auszackungen. Nagelextension am Oberarm und Lagerung auf Kramerschiene.

   Röntgenkontrolle am 10. 8. zeigt, daß das untere Fragment ohne Berührung mit dem oberen stark nach vorn dislociert steht. Es wird deshalb beschlossen, die Knochennaht auszuführen. Die Operation wurde am 22. 8. vorgenommen und führte zu Festwerden der Fraktur in guter Stellung.

2. Flieger Sp. erhielt am 17. 4. 18 einen Propellerschlag gegen den linken Oberarm (Außenseite). Der Motor soll von einem voraufgegangenen Flug noch erhitzt gewesen sein und schon nach drei Propellerumdrehungen plötzlich angesprungen sein.

   Der äußere Befund ergibt Fraktur des linken Oberarms etwa unterhalb der Mitte.

   Das Röntgenbild zeigt an dieser Stelle Querfraktur des linken Humerus. Die Knochenenden stehen etwas auseinander und seitlich zueinander verschoben; zwischen ihnen, dicht am oberen Knochenstumpf, liegt ein kleiner Knochensplitter.

   17. 4. Der Arm wird auf Kramerschiene gelagert und fixiert, wobei durch stärkere Polsterung an der Innenseite ein Ausgleich der Verschiebung angestrebt wird.

   8. 5. Der Bruch zeigt noch nicht die geringste Festigkeit. Fixation des Armes im Gipsverband.

   24. 6. Die Bruchstelle erscheint schwach federnd, die Bruchenden bindegewebig gegeneinander fixiert.

Das Röntgenbild zeigt Abweichung des unteren Fragments nach hinten um etwa Knochenbreite. Dicht unterhalb des oberen Fragments liegt ein Knochensplitter. Keine knöcherne Verbindung der Bruchenden.

11. 7. Freilegung der Bruchstelle, Anfrischung der Bruchenden und Fixierung der Fragmente nach Entfernung des Splitters und nach Reposition durch angeschraubte seitliche Schiene (Lane).

Röntgenkontrolle zeigt gute Stellung, in der der Bruch fest verheilt ist.

3. Flieger M. erhielt am 9. 8. 18 infolge plötzlichen Anspringens des Motors einen Propellerschlag gegen den linken Oberarm.

Der linke Oberarm zeigt deutliche Fraktur etwa 4 bis 5 cm oberhalb des Ellbogengelenks. An der Streckseite eine kleine, wenig blutende Wunde.

Das Röntgenbild zeigt quer verlaufende zackige Bruchlinie, starke Abweichung des unteren Fragments nach der Beugeseite zu, Weichteilinterpositionen, welche kleine Splitter enthalten.

Versuch der Reposition in Narkose vergebens.

26. 8. Blutige Freilegung der Bruchenden, Verhakung und Fixierung mit Aluminiumbronzedraht.

31. 8. Röntgenkontrolle zeigt gute Stellung.

Mit völlig fester Fraktur in guter Stellung wurde Patient später entlassen.

Die Anamnesen der drei Fälle zeigen Übereinstimmung bezüglich der Art des Traumas. Über die Stellung des Körpers im Moment des Traumas, speziell die Haltung des linken Armes, war von den Patienten nichts Bestimmtes zu erheben. Auch Kothes Ausführungen enthalten darüber keine Angaben, doch erklärt sich die Haltung wohl aus der Tatsache, daß alle Patienten im Moment des Traumas im Begriff standen, den Propellerflügel aus der linken Horizontalen über die untere Senkrechte weg nach rechts zu drehen. Links und rechts vom Patienten aus gerechnet. Beim Ergreifen des linksstehenden Propellerflügels ist der Oberarm bis zur Schulterhöhe oder noch darüber hinaus gehoben, der Vorderam im Ellbogengelenk stumpfwinkelig flektiert und zugleich proniert; beim Durchdrücken durch die untere Senkrechte steht der Oberarm nach vorn und unten, der Vorderarm im Ellbogengelenk rechtwinkelig gebeugt und supiniert. Im Verlauf der Drehung des Propellers aus der linken Hori-

zontalen über die untere Vertikale wird also der Arm alle zwischen den geschilderten Stellungen liegenden Zwischenstellungen einnehmen müssen.

In den meisten Fällen trifft der Propeller den Oberarm, wenn die Vertikale erreicht oder überschritten, da dann plötzliche Zündung und selbständige Umdrehungen des Propellers einsetzten.

Aus der jeweiligen Armstellung erklären sich auch die Spannungsverhältnisse der Armmuskulatur, insonderheit der Beugemuskulatur des Oberarms, die, wie später erörtert werden soll, von Einfluß auf die pathologisch-anatomische Gestaltung der Verletzung sind.

Nehmen wir einen an einem Ende festgestellten Stab und einen zweiten, der mit dem freien Ende des ersten durch ein Scharnier verbunden ist, am anderen Ende frei schwebt; eine Winkelstellung beider soll durch eine vor der Vorder- oder Öffnungsseite des Scharniers verlaufende und an beiden Stäben in Abständen vom Scharnier befestigte Spiralfeder bedingt sein. Führen wir nun von der Außenseite her einen Schlag gegen das nicht fixierte Ende des ersten Stabes, so wird durch den Schlag das freie Ende desselben in der Bewegungsrichtung des Schlages vorgetrieben; durch Vermittelung des Scharniers wird sich die Bewegung in geringerem Maße dem Scharnierende des zweiten Stabes mitteilen, während das freie Ende desselben nach hinten der Schlagrichtung entgegen geschleudert wird. Das Scharnier wird klaffen, die Spiralfeder gedehnt und dadurch ein Rückzug am unteren Ende des ersten Stabes ausgeübt werden. Die rückwärtige Schleuderbewegung ist abhängig von der Spannkraft der Spiralfeder und der Stärke des Schlages. Nach Aufhören der Schlagwirkung werden die ursprünglichen Lageverhältnisse des Systems zurückkehren, sofern nicht durch die vortreibende Gewalt des Schlages und die rückbiegende Kraft der Rückschleuderbewegung ein Bruch des ersten Stabes herbeigeführt wird. Die Festigkeit der Systemteile selbst ist also der für die Erhaltung des Systems verantwortliche Faktor.

Nehmen wir als Stab 1 den Oberarm, für Stab 2 den Vorderarm und ersetzen wir das Scharnier durch das Ellbogengelenk und die Spiralfeder durch die Beugemuskeln des Oberarms und die Gelenkkapsel des Ellbogens, so haben wir dasselbe Systemverhältnis.

Der Oberarm ist infolge seiner auf eine bestimmte Bewegung gerichteten Muskelspannung fixiert (Bruns).

Der Schlag des Propellers gegen das untere Humerusende wird dieses nach vorn treiben, und zwar am stärksten an der Einwirkungs-

stelle selbst. Während diese Vorwärtsbewegung in abnehmendem Maße von der Einwirkungsstelle weg auf die benachbarten Teile des Humerus übergeht, wird dem Vorderarm die Rückschleuderbewegung mitgeteilt, wobei dann durch Vermittelung der Gelenkkapsel ein Rückzug am unteren Humerusende ausgeübt wird. Die Beugemuskulatur wird je nach dem Grade ihrer Spannung der Rückschleuderbewegung des Vorderarms entgegenarbeiten.

Im Knochen selbst löst der aufschlagende Propeller bestimmte Vorgänge aus, wie sie Zuppinger eingehend beschrieben hat:

„Wird gegen ein begrenztes Stück der Oberfläche eines Zylinders ein anderer fester Körper gedrängt, so wird an der Berührungsstelle Kraft übertragen, und zwar von dem zweiten Körper auf den Zylinder, aber auch umgekehrt. Man kann dabei annehmen, dieser zweite Körper befinde sich in gleichförmiger Bewegung und übe einen Schlag oder Stoß aus. Die oberflächlichen Moleküle des Zylinders, die der übertragenen Kraft ausgesetzt sind, setzen sich in der Richtung des Schlages in Bewegung und drängen gegen die vor ihnen liegenden Moleküle. Diese ihrerseits setzen der Bewegung der ersteren teils einen Widerstand entgegen, teils beginnen sie selbst sich vorwärts zu bewegen. So bilden sich unter der Berührungsstelle sowohl eine Bewegung der Moleküle in der Richtung der übertragenen Kraft, die in der Tiefe abnimmt, als auch durch den Widerstand eine Druckspannung. Nun wird aber auf die Moleküle außerhalb der Druckregion keine Kraft übertragen, und sie würden in Ruhe verharren, wenn sie nicht durch die inneren Kräfte der Kohäsion an die bewegten Moleküle der Druckregion geknüpft wären. So aber müssen sie an der Bewegung etwelchen Anteil nehmen, wenn sie ihr auch Widerstand leisten. Es entsteht so an der Grenze der Druckregion eine andere Spannung, und zwar eine Schubspannung. Erreicht diese Schubspannung eine gewisse Höhe, so tritt Bruch ein, und es wird die Partie, die dem äußeren Druck ausgesetzt ist, an dem Rest vorbeigeschoben, den die äußere Kraft nicht trifft. Daraus ist ersichtlich, daß die Fläche der Schubfraktur mit der Richtung der äußeren Kraft, also auch mit der Richtung der inneren spannenden Kräfte parallel verlaufen muß. Des weiteren hat die Schubfraktur noch zwei Eigentümlichkeiten, auf welche aufmerksam gemacht werden muß: sie verläuft ohne eine Drehung und macht deshalb eine laterale, aber keine anguläre Dislokation; und ferner nimmt sie ihren Anfang an der Stelle der Gewalteinwirkung. Ist die Festigkeit groß, die übertragene Kraft und die Masse des in Frage stehenden Zylinders klein, so erreichen die Spannungen keinen hohen Grad und ver-

schwinden sogar wieder, weil die molekulare Bewegung vorweg in Bewegung des Gesamtkörpers umgewandelt wird. Die reine Schubfraktur unter der Wirkung nur einer äußeren Gewalt beobachten wir deshalb kaum anders als beim Stoß oder Schlag eines mit großer Geschwindigkeit sich bewegenden Körpers."

Diese Gesetze gelten für den Beginn des Propelleraufschlags, sobald aber die rückziehende, durch die Rückschleuderbewegung des Vorderarms erzeugte Zugkraft am unteren Humerusende einsetzt, beginnt im Oberarmknochen ein neuer Vorgang, für den die von Zuppinger ausgesprochenen inneren Gesetze der Biegung Anwendung finden dürften:

„Wird das eine Ende eines Zylinders festgestellt und läßt man auf das andere eine Kraft wirken, die senkrecht auf die Zylinderachse gerichtet ist, so erleidet der Zylinder eine Formänderung, er krümmt sich. Dabei tritt auf der konvexen Seite eine Verlängerung, auf der konkaven eine Verkürzung ein. Denkt man sich den Zylinder in Schichten zerlegt, die von der Konvexität bis zur Konkavität aufeinander folgen, so ist die Verlängerung am stärksten in der äußersten Schicht der konvexen Seite; nach der Tiefe zu nehmen die Verlängerungen ab. Umgekehrt verkürzt sich die äußerste Schicht der konkaven Seite am stärksten, nach der Tiefe zu werden die Verkürzungen geringer. Es wird deshalb eine Schicht geben, wo sich die ausgedehnten und die zusammengedrückten Schichten begegnen. Diese Schicht, die wohl gebogen, aber weder gedehnt noch verkürzt ist, heißt die Neutralschicht. Die Verlängerung einer Schicht ist von einer Zugspannung, die Verkürzung von einer Druckspannung begleitet, und zwar ist die Spannung jeder Schicht dem Abstand von der Neutralschicht proportional. Kommt es zum Bruch, so wird er an der Stelle der höchsten Zugspannung beginnen, an der Zylinderoberfläche, und zwar in der äußersten Schicht der Konvexität. Aber nur selten kommt der Biegungsbruch einer Diaphyse so zustande, daß auf ihr eines Ende eine seitliche Kraft wirkt, während das andere unbeweglich festgehalten wird. Meist trifft eine Kraft den Knochen von der einen Seite, während von der entgegengesetzten Seite auf beide Enden zwei andere Kräfte einwirken. Am Bruchmechanismus wird nichts geändert, ob wir die erste Kraft als brechende Kraft, die beiden anderen als Widerstand bezeichnen, oder umgekehrt; doch wird gewöhnlich die erste Kraft als die brechende angesehen, weil an ihrem Angriffspunkt Bewegung zustande kommt, wohingegen an den Angriffspunkten der beiden anderen Kräfte Ruhe zu sein scheint. Die bei dieser Anordnung auftretenden Spannungs-

verhältnisse sind dieselben wie bei der Einwirkung nur einer seitlichen Kraft: Es entsteht eine Krümmung, an deren Konvexität der Bruch seinen Anfang nimmt, und der Bruch verläuft in der Ebene eines Querschnitts, sofern der Zylinder nicht aus deformierbarem Material besteht. Das Charakteristikum des Biegungsbruches ist, daß der Bruch gegenüber der Stelle der Gewalteinwirkung oder entfernt von ihr beginnt, je nachdem eine brechende Kraft, eine seitliche Fixation und eine seitliche Gegenkraft besteht oder eine brechende Kraft und an jedem Ende eine entgegenwirkende Kraft. Die Erfahrung hat gelehrt, daß bei der Biegung die reine Querfraktur nicht die Regel, sondern eine spärliche Ausnahme ist. Speziell beim Knochen ist die Querfraktur immer von Schrägfissuren begleitet. Und noch häufiger teilt sich die Biegungsfraktur nach kurzem queren Verlauf in zwei schräge Äste, von denen der eine oder auch beide die gegenüberliegende Knochenperipherie erreichen."

Außer den erwähnten Zug-, Druck- und Schubspannungen kommt es infolge der Formveränderung des elastischen deformierbaren Knochenzylinders noch zu zirkulären Spannungen, zu Änderungen in der Elastizität und Festigkeit, die zu Abweichungen der Bruchlinie führen müssen. Aus der longitudinalen Zugspannung der konvexen Seite und der zirkulären Spannung ergeben sich nach Zuppinger „schräggerichtete Resultanten, welche der Bruch, der sich zu diesem Zwecke in zwei Äste teilen muß, zu durchsetzen hat. Dabei kommt der Bruch beiderseits in eine Region, in welcher anfänglich nur zirkuläre Zugspannung bestand. Vermöge dieser müßte nun der weitere Verlauf des Bruches nach beiden Seiten ein longitudinaler sein. Da aber zugleich mit dem Bruch auch die maximale longitudinale Zugspannung gegen die Konkavität des gebogenen Zylinders vorrückt und beide miteinander Schritt halten, so biegen beide Bruchspalten schon hier um und treffen endlich die Peripherie senkrecht in der Konkavität. Die typische Form der Biegungsbrüche an der röhrenförmigen Diaphyse: Beginn des Bruches an der Konvexität durch eine quere Spalte, dann Zweiteilung dieser Spalte, wodurch ein rautenförmiges Fragment an der Konkavität abgetrennt wird."

Beide Vorgänge, der des Schub- und der des Biegungsbruches, spielen meines Erachtens beim Zustandekommen der typischen Propellerfraktur des Humerus eine Rolle. Im Moment des Traumas wirkt zunächst die Kraft des Propellers allein im Sinne der Schubfraktur, dann bei Eintritt der Rückschleuderung des Vorderarms der Kapselzug als gegenwirkender Zug am unteren Humerusende, während das obere Humerusende fixiert ist und durch die fixierende

Kraft dem vordrängenden Propeller gewissermaßen entgegengezogen wird.

Die Bruchlinie wird also am Angriffspunkt des Propellers und ihm gegenüber zugleich beginnen, und aus den verschiedenen Spannungen resultierende Abweichungen der dem Querverlauf zustrebenden Bruchlinie werden aufeinander stoßen oder sich schneiden, und so erklärt sich wohl ein hin und wieder etwas zackiger Verlauf der Bruchlinie oder gelegentliche Aussprengung eines oder mehrerer kleiner Splitter. Es ist dabei zu berücksichtigen, daß die Gewalt und Schnelligkeit des aufprallenden Propellers wesentlich größer ist als bei anderen für gewöhnlich schon zu direkten Frakturen führenden Traumen. Ferner bildet der Humerus gewissermaßen einen starrwandigen, mit Flüssigkeit gefüllten Hohlzylinder (Budde), bei dem die an einer Stelle einwirkende Gewalt plötzlich nach allen Richtungen fortgepflanzt wird, ähnlich der Explosivwirkung eines einen Röhrenknochen treffenden Projektils.

Es sei nun weiterhin betrachtet, welchen Einfluß die Kräfte, deren Beteiligung am Zustandekommen der Fraktur in vorstehenden Ausführungen festgelegt ist, auf die weiteren pathologisch-anatomischen Verhältnisse der betroffenen Körperregion haben, insonderheit ihre Mitwirkung bei der Lagerung der Knochenfragmente.

Ist es infolge des Propellerschlages und des am unteren Humerusende entgegenwirkenden Kapselzuges zu einer Kontinuitätstrennung an der Einwirkungsstelle des Propellers gekommen, so bewirkt die fortdauernde Vorwärtsbewegung des Propellers ein Vorstoßen, der Zug der über die Vorderinnenseite des Ellbogengelenks infolge der Rückschleuderung des Vorderarms gespannten Kapsel ein Vorreißen des unteren Fragments nach vorn nach der Beugeseite zu.

Eine nach der Kontinuitätstrennung eintretende Abweichung des Vorderarms aus seiner Lage zur Achse des unverletzten Oberarmknochens wird gleichzeitig eine Drehung des unteren Fragmentes im Sinne einer Dislocatio ad peripheriam bewirken (Rotationshebelwirkung nach Härtel). Je nach dem Grade ihrer Spannung wird die Beugemuskulatur der vortreibenden Wirkung des Propellers und der Rückschleuderbewegung des Vorderarms entgegenwirken: sie vermag einmal das längere obere Fragment, das außerdem infolge seiner Fixierung in Schultergelenk und Schultermuskulatur weniger beweglich ist, in normaler oder annähernd normaler Lage zu halten, zum anderen beeinflußt sie, wie schon gesagt, die Rückschleuderbewegung des Vorderarmes, bedingt also gewisser-

maßen den Grad der Dislocatio ad latus des unteren Fragmentes. Je größer die Spannung des Bizeps, um so geringer der Grad der Rückschleuderung des Vorderarms und damit auch des Nachvorngerissenwerdens des unteren Humerusendes; ja man kann direkt sagen, daß die Dislocatio ad latus des unteren Fragments umgekehrt proportional der Spannung der Beugemuskulatur des Oberarms im Moment des Traumas ist.

Es darf nicht unberücksichtigt bleiben, daß bei Fortdauer der Vorwärtsbewegung des Propellers der Trizeps in der Richtung des Propellers vorgetrieben wird und dann einen Hebelzug am Olekranon ausübt, der den Rückschlag des Vorderarms vergrößern muß.

Das Trauma selbst bedeutet für die Muskulatur des Oberarms einen Anreiz zur Kontraktur; Schulter- und Ellbogengelenk werden dadurch bei Bruch des Strebepfeilers und Abweichung eines oder beider Fragmente einander genähert, und es kann auf diese Weise zum sogenannten Reiten der Bruchstücke kommen.

Bardenheuer gibt für das Zustandekommen der Dislokation des unteren Humerusendes bei Fraktur noch folgende Erklärung (zitiert bei Hilgenreiner):

„Je größer die Trennung zwischen beiden Fragmenten, um so mehr ist das untere mit dem Vorderarmknochen durch Kapsel und Gelenkbänder zu einem Ganzen verbunden, um so mehr besteht das Bestreben des ersteren, dem Vorderarm zu folgen. Die Flexionsstellung des unteren Fragmentes zum Vorderarm, welche wir bei allen Fällen von Extensionsfraktur und auch in manchen Fällen von Flexionsfraktur beobachten können, ist durch das physiologische Übergewicht der Flexoren und Extensoren des Vorderarms über diejenigen Flexoren des Oberarms, welche das Gelenk und die Frakturlinie überspringen und sich an die Vorderarmknochen ansetzen (Bizeps, Brachialis internus), gegeben: die an der Vorderseite des Vorderarms gelegenen Muskeln halten für gewöhnlich den Vorderarm gegen den Oberarm leicht gebeugt. Bei Unterbrechung der Oberarmmasse durch eine Fraktur werden diese zumeist vom unteren Fragment entspringenden Muskeln nicht den schweren Vorderarm gegen den Oberarm, sondern das kürzere untere Humerusfragment gegen den Vorderarm flektieren und auch flektiert halten."

Es mögen nun einige Bemerkungen über die bisher bekannteren Formen der suprakondylären Frakturen des Humerus folgen und es soll dann in Vergleich mit diesen Formen und ihrem pathologisch-anatomischen Befunde näher untersucht werden, inwieweit die

typische Oberarmfraktur durch Propellerschlag mit diesen als typisch bekannten und beschriebenen Formen übereinstimmt oder von ihnen abweicht.

Erst mit dem Beginn der Röntgenära war es möglich, wie bei anderen Brüchen so auch bei den suprakondylären Frakturen des Humerus, die pathologisch-anatomischen Verhältnisse des Knochenbruchs absolut sicher festzulegen und gerade die Kenntnis der suprakondylären Frakturen wesentlich zu fördern.

Das Röntgenverfahren gibt vor allem genauesten Aufschluß über den Verlauf der Bruchlinie und die Lagerung der einzelnen Fragmente, über das Vorhandensein und die Lage von Splittern und Interpositionen, und setzt uns so in die Lage, die geeignetste Behandlungsmethode für jeden einzelnen Fall auszuwählen.

Nach Gurlt und Kocher ist die suprakondyläre Fraktur die häufigste am unteren Humerusende.

Sie ist eine vorwiegend das kindliche Alter treffende Verletzung, bei Erwachsenen hingegen ein äußerst seltenes Ereignis (Wendt).

Kocher teilt die suprakondylären Frakturen des Humerus nach ihrem Entstehungsmechanismus ein in Extensions- und Flexionsfrakturen; erstere am häufigsten bei Kindern durch Fall auf die vorgestreckte Hand, ein Mechanismus, der bei Erwachsenen häufig zur Luxatio antebrachii führt. Viel seltener ist bei Kindern die Flexionsfraktur, häufig dagegen bei Erwachsenen, besonders bei älteren Leuten infolge von Fall auf oder direkten Stoß gegen den Ellbogen.

An Hand eines reichen Frakturenmaterials im Bergmannstrost fand Wendt unter 592 Knochenbrüchen des Oberarms 302 = 51 % des unteren Humerusendes. Von Bruns hat die absolute Häufigkeit der suprakondylären Humerusfraktur mit 2,5 % sämtlicher Frakturen berechnet, während Hilgenreiner dafür 1 bis 1½ % Häufigkeit fand; auch weist letzterer besonders darauf hin, daß die suprakondyläre Fraktur des Humerus die ersten beiden Dezennien bevorzugt, vor allem das erstere, weniger schon das zweite, während sie von dem Moment ab, wo der Knochen an Festigkeit zunimmt, etwa von der Pubertät ab, mehr oder weniger selten wird, indem an ihre Stelle die Luxation tritt und sich erst bei älteren Leuten wieder etwas häufiger als Fraktur findet.

Nach den Untersuchungen Kochers verläuft die Bruchlinie in der Mehrzahl der Fälle schräg von hinten-oben nach vorn-unten, und zwar vollkommen außerhalb des Gelenkes; Gurlt und Bardenheuer

stellten den Verlauf von hinten-außen-oben nach vorn-innen-unten fest.

Wendt fand bei anteposteriorer Projektion sowohl bei den Extensions- als auch bei den Flexionsfrakturen einen schrägen (innen-oben nach außen-unten) Verlauf der Bruchlinie.

Es handelt sich bei den als Extensions- und Flexionsfrakturen bekannten Humerusbrüchen um indirekte, das heißt an einer dem Orte der einwirkenden Gewalt fernliegenden Stelle entstandene Brüche; die Fortleitung der Gewalt und ihre Wirkungsrichtung auf das untere Humerusende erklären zur Genüge den schrägen Verlauf der Bruchlinie.

Die Dislokation bei den indirekten suprakondylären Frakturen kann eine verschieden starke sein, je nach dem Grade der fortgeleiteten Gewalt und ihrer Fortwirkung auf das abgebrochene untere Fragment.

Die Verschiebung des distalen Fragmentes bei der Extensionsfraktur nach hinten und (meist) medial kann solches Ausmaß annehmen, daß das proximale Fragment die Haut der Ellenbeuge zu durchspießen vermag.

Entsprechend der Gewaltfortleitung verschiebt sich bei der Flexionsfraktur das distale Fragment meist nach vorn-oben und mehr oder weniger medial.

Betrachten wir nun die einzelnen Fälle von durch Propellerschlag hervorgerufener Humerusfraktur auf ihren pathologisch-anatomischen Befund, so finden wir fast stets einen queren Verlauf der Bruchlinie 5 bis 10 cm oberhalb des Ellbogens.

Die Bruchlinie läßt hin und wieder einzelne kleine Zacken erkennen, auch finden wir kleine Knochensplitter aus dem Zusammenhang mit dem Fragment herausgesprengt. Auf die Ursache dieser Erscheinungen ist vorher hingewiesen.

Kothe fand bei fast allen Frakturfällen Dislokation des unteren Fragmentes nach vorn, ja in drei Fällen war die Dislokation „so stark, daß sie nur durch Knochennaht beseitigt werden konnte".

In einem der von Kothe geschilderten Fälle, es handelte sich wahrscheinlich um eine intrakupsuläre Fraktur, verlief die Bruchlinie schräg.

Bei den in der hiesigen chirurgischen Klinik behandelten drei Fällen fand sich stets ein querer oder fast querer Verlauf der Bruchlinie. Einmal fand sich ein abgesprengter Splitter, der sich bei der Röntgenkontrolle als Repositionshindernis zeigte.

Die Dislokation des unteren Fragmentes ad latus war in zwei

Fällen erheblich, in einem Fall (Sp.), bei dem die Frakturlinie etwas unterhalb der Mitte des Humerus verlief, war sie weniger ausgeprägt.

Wir sehen also auch im pathologisch-anatomischen Befund der Propellerfraktur unterscheidende Merkmale gegenüber den bekannten typischen suprakondylären Extensions- und Flexionsfrakturen: bei letzteren verläuft die Bruchlinie schräg, bei der Propellerfraktur quer; das untere Fragment ist bei der Propellerfraktur in allen bisher bekannten Fällen meist stark nach vorn verdrängt, während es bei der Extensionsfraktur nach hinten und medial bei der Flexionsfraktur nach vorn medial verdrängt ist und in beiden letzteren Fällen selten starke Grade der Verschiebung aufweist.

Wir werden gelegentlich der Besprechung der Behandlung noch auf diese Erscheinungen zurückgreifen müssen.

Die Symptome der Propellerfraktur zeigen gegenüber denen anderer Frakturen keine Unterscheidungsmerkmale, allerdings dürfte durch hochgradige Verlagerung des unteren Fragmentes (Reiten) bei ihr das Bild der Luxatio antebrachii posterior vorgetäuscht werden, während bei der Extensions- und Flexionsfraktur oft eine cubitus varus- oder valgus-Stellung vorherrschend ist.

Je nach dem Grade der Verletzung der Weichteile wird die Schwellung der Extremität im Bereich und in der Umgebung der Frakturstelle eine verschieden große sein und der palpatorischen Untersuchung Schwierigkeiten bereiten. Daneben finden wir ausgeprägten Schmerz an der Bruchstelle und bei Bewegungen je nach Lagerung der Fragmente zueinander mehr oder weniger ausgesprochene Krepitation. Die Funktion des Arms ist gestört.

Ausnahmsweise werden wir Bläschenbildung der Haut beobachten können, die bei Frakturen der unteren Extremität nicht selten vorkommen (Hilgenreiner).

Als wichtigsten Frakturnachweis haben wir auch hier neben der Röntgenphotographie die Feststellung der abnormen Beweglichkeit.

Wie diese Symptome der Propellerfrakturen mit denen anderer suprakondylärer Frakturen im allgemeinen übereinstimmen, so ist auch bezüglich der möglichen Nebenverletzungen kein Unterschied zu konstatieren. Es handelt sich zunächst um Verletzungen der Weichteile, hervorgerufen durch den Schlag des Propellers selbst oder infolge von Durchspießung der Weichteile durch die Frakturenden. In den meisten Fällen wird es von außen her zu einer Quet-

schung der Weichteile kommen, da einmal die aufschlagende Propellerkante abgerundet, also stumpf ist, und zum anderen die Weichteile durch die bedeckte Kleidung gegen Verletzungen in meist ausreichender Weise geschützt sind.

Unter unseren drei Fällen fand sich einmal eine wenig blutende Wunde an der Streckseite des Oberarms, doch war ihre Entstehung, ob durch Propellerschlag oder Durchspießung, nicht einwandfrei festzustellen.

Kothe erwähnt in keinem seiner Fälle Verletzungen der äußeren Haut.

Bei der Propellerfraktur werden wir meines Erachtens Durchspießungen auch nur in den seltensten Fällen finden wegen des meist queren Verlaufs der Bruchlinie, wohingegen Durchspießungen durch die spitz zulaufenden Fragmente bei den Extensions- und Flexionsfrakturen häufiger beobachtet worden sind (Gurlt, Kocher, Hilgenreiner, Bruns, Stolle und andere).

Eher dürften wir mit Verletzungen der Gefäße an der Beugeseite des Oberarms zu rechnen haben, da ja das untere Fragment meist stark nach dieser Seite abweicht. Bei den hier zur Besprechung stehenden Frakturen ist, soweit festzustellen war, noch keine Verletzung der größeren Gefäße beobachtet. Es soll aber hier auf die Möglichkeit ihres Vorkommens hingewiesen werden, da eine solche Verletzung gegebenenfalls sofortige Behandlung vor der eigentlichen Frakturbehandlung erfordern würde, um eventuell Gangrän des Arms zu verhüten (Kocher, Hammond). Man wird sich bei Fehlen des Radialispulses zu überzeugen haben, ob eine Verletzung der Arteria brachialis vorliegt, oder Kompression des Gefäßes durch das abgewichene Fragment für das Fehlen des Pulses verantwortlich zu machen ist.

Ob in ersterem Falle Gefäßnaht oder Unterbindung vorzunehmen ist, wird der örtliche Befund ergeben.

Eine wesentlich häufigere Komplikation der Oberarmbrüche bedeuten die Nervenläsionen in Form von Quetschung oder Zerreißung, sei es, daß sie durch das Trauma selbst hervorgerufen werden, oder daß die Verschiebung der Fragmente oder Einklemmung der Nerven zwischen die Fragmente zu Schädigungen der Nerven führt.

Auch diese Verletzungen machen baldige Behandlung der Nerven durch Nervennaht oder Befreiung der Nerven aus der Einklemmung erforderlich, um die Möglichkeit weiterer Schädigung der Nerven und der Extremität auszuschalten. Am häufigsten werden

wir Verletzungen des Nervus radialis zu beobachten haben, der, entsprechend seiner Lagerung zum Knochen, der Einwirkung des Traumas am meisten ausgesetzt ist (Stolle, Riethus, Kocher, Helferich u. a.).

Wenn schon früher hervorgehoben wurde, daß die Röntgendiagnostik erst die genaue Kenntnis der Frakturen, besonders auch der suprakondylären Frakturen, ermöglichte, so muß hier nochmals darauf hingewiesen werden, daß sie uns auch in die Lage setzt, für jeden einzelnen Fall von Frakturen auf Grund der exaktesten Festlegung der pathologisch-anatomischen Verhältnisse die geeignetste Behandlungsmethode auszuwählen, während der Behandlung Nachprüfungen und eventuell die nötigen Veränderungen vorzunehmen. Die durch Propellerschlag hervorgerufene suprakondyläre Humerusfraktur müssen wir wegen der starken Dislocatio ad latus des unteren Fragmentes und den sich daraus ergebenden Repositionsschwierigkeiten zu den schweren Frakturen zählen.

Ihre Behandlung ist daher wohl lediglich den Kliniken und Krankenhäusern vorbehalten, die ja wohl immer auf Grund ihrer Ausstattung in der Lage sind, die Vorteile der Röntgendiagnostik voll und ganz auszunützen. Daß neben der durch das Röntgenverfahren gegebenen genauen Kenntnis der Frakturverhältnisse zur Wahl der besten Behandlungsmethode eine reiche praktische chirurgische Erfahrung nötig ist, bedarf wohl keiner besonderen Erwähnung. Der erste Verband, die sogenannte „erste Hilfe", wird oft mangels geübter Assistenz und geeigneten Materials nicht mit der gewünschten Exaktheit angelegt werden können. Solange es sich dabei nur um einen Transportverband handelt, erfüllt er seinen Zweck, wenn er die verletzte Extremität ruhig stellt, weitere Verschiebung der Fragmente unmöglich macht und dadurch Schmerzen, Verletzungen der Weichteile, Gefäße und Nerven ausschaltet.

Die eigentliche Frakturbehandlung hat ja den Zweck, die gestörte Funktion des verletzten Gliedes möglichst wiederherzustellen und erstrebt daneben die Restitutio ad integrum des anatomischen Aufbaues.

Man wird bei diesem Bestreben manchmal auf gewisse Unzulänglichkeiten der einzelnen Verfahren stoßen und zufrieden sein müssen, in funktioneller Hinsicht unter Berücksichtigung des Berufes des Verletzten Heilung erzielt zu haben. Häufig ist auch diese nur durch nachträgliche energische medico-mechanische Behandlung möglich, namentlich dann, wenn feste Verbände lange Zeit gelegen

und Muskelatrophie, Gelenksteifigkeit usw. herbeigeführt haben (Mohr). Lucas-Championnière wagte als erster den festen Verband, wo irgend möglich, wegzulassen und wandte bei Brüchen ohne wesentliche Neigung zu Verschiebungen sofort nach der Verletzung vorsichtige Massage an.

Vermittelst abnehmbarer Schienen ermöglichte Borchardt die Kombination von Ruhigstellung und Massage.

Bardenheuer schließlich versucht durch Extension nach den verschiedensten Richtungen außer der funktionellen auch die anatomische Heilung zu erzielen.

Möglichste Wiederherstellung der Funktion und des anatomischen Aufbaus der verletzten Extremität muß das Ziel jeder modernen Frakturbehandlung sein. Zur Erreichung dieses Zieles ist erforderlich:

1. Adaption der Fragmente durch Beseitigung der Verschiebung (Reposition),
2. Fixation der Bruchstücke in der adaptierten Stellung bis zur Konsolidation derselben (Retention),
3. Mobilisation der verletzten Extremität.

Wie dieses Ziel am besten und schnellsten erreicht werden kann, ist von Fall zu Fall zu entscheiden.

Welche Methode gewährleistet uns bei der durch Propellerschlag gesetzten Humerusfraktur die schnellste und beste Erreichung dieses Zieles?

Es sei nochmals erinnert an den queren Verlauf der Bruchlinie, die meist erhebliche Dislocatio ad latus des unteren Fragmentes und die häufige Interposition von Weichteilen oder Splittern bei dieser suprakondylären Fraktur.

Bardenheuer hat die Behauptung aufgestellt: „Wenn man korrekt extendiert, so kann man mit Sicherheit dafür einstehen, daß keine die Gelenkbewegung behindernde Dislokation, keine Kallushypertrophie, keine Pseudarthrosis entsteht.“ Im Gegensatz dazu glaubt König, daß eine Reihe schwerer Frakturen bei operativer Behandlung zu besserem Heilungsresultat kommen als bei Extensionen.

Oberst erklärt in dem Vorwort zu den Frakturen der oberen Extremität, daß die Beseitigung der Dislocatio ad latus bei den langen Röhrenknochen auf die größten, ja oft unüberwindlichen Schwierigkeiten stößt.

Die Erfahrung hat gelehrt, daß es hochgradige Dislokationen gibt, die allen Repositionsversuchen mit den sonst bewährten Exten-

sionsmethoden trotzen und daß zur Erreichung exakter Adaption für diese Frakturen nur eine gewaltsame blutige Korrektur in Betracht kommt (König, Körte, Lane u. a.).

Auch in unseren Fällen wurde diese Erfahrung bestätigt gefunden, und wurde deshalb nach vorausgegangenen Extensions- und anderen Repositionsversuchen die blutige Korrektur der Dislokation vorgenommen. Wie schon vorher erwähnt, fand Kothe die Dislokation in drei Fällen so hochgradig, daß sie nur durch Knochennaht beseitigt werden konnte.

Es scheint nach allen bisherigen Erfahrungen die Beseitigung der Dislokation bei der Propellerfraktur der blutigen Frakturbehandlung vorbehalten zu sein (Budde).

Auf alle Fälle sollte aber, wie das auch in der chirurgischen Klinik zu Halle Brauch ist, der blutigen Frakturbehandlung mindestens ein Versuch unblutiger Reposition unter Röntgenkontrolle vorausgeschickt werden. Zeigt sich dann die Unmöglichkeit der Reposition durch Extension, Nagelung usw., dann sollte mit der blutigen Korrektur nicht lange gewartet werden.

Wenn man die Bruchstelle weit freilegt, unter Benutzung von geeigneten Instrumenten die Berührung der Fragmente mit den Händen möglichst vermeidet und sich strengster Asepsis befleißigt, so wird man die Gefahren des blutigen Eingriffs auf ein Minimum herabsetzen (König).

Infektiöse Prozesse werden sich auch bei ganz korrekter Handhabung der Asepsis und Antisepsis nicht mit voller Sicherheit vermeiden lassen, da durch die Operation oft ziemlich komplizierte Wundverhältnisse gesetzt werden.

Die Vorteile der blutigen Frakturbehandlung überwiegen in allen den Fällen, wo die Reposition durch unblutige Methoden unmöglich ist, da sie für diese Fälle die einzige Methode ist, welche

1. genaue Anpassung der Fragmente, infolgedessen
2. geringe Kallusbildung, die bei der Gelenknähe der Fraktur zur Vermeidung späterer mechanischer Bewegungshindernisse zu zu erstreben ist, und
3. baldige Bewegungsmöglichkeit gewährleistet.

Dadurch, daß die zur Vermeidung von Muskelatrophie, Elastizitätsabnahme der Muskeln (Stolle) und Gelenksteifigkeit nötigen Bewegungen schon vor dem Festwerden der Frakturstelle vorgenommen werden können und so die Zeit der Nachbehandlung wesentlich verkürzt wird, bedeutet die blutige Frakturbehandlung eine Ver-

minderung der Heilungszeit, auch in Fällen, wo auffallende Verzögerung der Konsolidation (Völcker) scheinbar die Heilung hinausschiebt. Nichtbeseitigung der Dislokation oder Interpositionen führt zu Kallushypertrophie oder Pseudarthrose (Meyer), also zu mechanischem oder funktionellem Bewegungshindernis, zu deren Beseitigung doch eine Operation erforderlich sein würde.

Der blutigen Reposition wird man gleich die Fixierung der Fragmente folgen lassen, um eine erneuerte Verschiebung der Fragmente zu verhindern. Ob man dazu die Naht mit Aluminiumbronzedraht, Verschraubung mit seitlicher Schiene (Lane), Verzapfung, Bolzung nehmen will, ist von der jeweiligen Konfiguration der Bruchenden und den Erfahrungen des jeweiligen Chirurgen abhängig.

Von den in der hiesigen Klinik behandelten Fällen wurden zwei mit seitlicher Schiene verschraubt, einer mit Aluminiumbronzedraht vernäht.

Der Erfolg war in allen drei Fällen gut, wenn auch Absonderung aus der Wunde in einem Fall längere Fixation in gefenstertem Gipsverband nötig machte.

In allen drei Fällen kam es zu fester Verheilung der Fraktur mit gutem anatomischen und funktionellen Ergebnis.

Mit der einfachen blutigen Reposition, wie sie Oberst bevorzugt, wird man in Fällen, wo außer der Interposition noch andere Hindernisse vorliegen, nicht auskommen. Im Gegensatz zu Oberst ist König gegen eine allzu sorgsame Ausräumung aller Gerinnsel, Gewebsfetzen, da dadurch die rasche Konsolidation des Bruches verhindert wird.

Verstreute Splitter und versprengte Periostücke sollen, wenn sie außer Zusammenhang mit den Knochen stehen, entfernt werden, da sie Ursache einer allzu starken und hindernden Kallusbildung sein würden.

Aufgabe der weiteren Behandlung ist es, die blutig reponierte und fixierte Fraktur auch äußerlich ruhigzustellen, so lange, bis bei vorsichtigen Bewegungen keine Verschiebung der Fragmente mehr eintritt, das heißt bis zu dem Zeitpunkt, wo der provisorische Kallus die künstliche Fixation unterstützt.

Diese Aufgabe bietet weiter keine Schwierigkeiten, wenn wir die für Ruhigstellung der Frakturen allgemein gültigen Gesichtspunkte berücksichtigen, wie sie Härtel kurz zusammenfassend im Lehrbuch der Kriegschirurgie (Borchardt-Schmieden) festgelegt hat:

„An jedem mehrachsigen Gelenk unterscheiden wir Bewegungen mit seitlichem Ausschlag und Rotationsbewegungen. Ähnlich liegen die Verhältnisse bei der Fraktur eines Knochens, da wir es hier mit einer pathologisch entstandenen beweglichen Verbindung zweier Knochenfragmente zu tun haben, welche im Sinne eines in allen Richtungen beweglichen Gelenkes wirkt. Es entspricht die Dislocatio ad axin der seitlichen Gelenkbewegung, die Dislocatio ad peripheriam der rotierenden Gelenkbewegung. Hierzu kommen jedoch noch die Dislocatio ad longitudinem und die Dislocatio ad latus als komplizierende Bewegungsmöglichkeiten.

Absolute Ruhigstellung einer Fraktur und damit sicher gewährleistete Retention der reponierten Fragmente kann also nur ein Verband erreichen, der sowohl die seitliche, in einer senkrecht zum Gliede verlaufenden Achse stattfindende Bewegung, als auch die um die Längsachse des Gliedes stattfindende Rotationsbewegung ausschaltet.

Dabei ist zu berücksichtigen, daß, wie in der Technik, die Rotationsbewegung durch einen Rotationshebel ausgelöst werden kann, der in einer zur Längsachse des Gliedes senkrechten Ebene sich bewegen muß, und daß infolgedessen Ausschaltung der Rotationsbewegung nur durch Feststellung des Rotationshebels möglich ist.

Beide, die Ausschaltung der seitlichen und der Rotationsbewegung gelten ebenso wie für die Ruhigstellung der Gelenke so auch für die Ruhigstellung der Fraktur, die ja bezüglich der Bewegungen als pathologisch entstandenes Gelenk aufzufassen ist.

Als Grundregeln für die Fixation eines Knochenbruches müssen somit die für Ruhigstellung der Gelenke aufgestellten Regeln in übertragener Form gelten und wir erzielen die richtige Fixation eines Knochenbruchs durch:

1. Ausschaltung seitlicher Bewegungen durch zirkuläre Fixation,
2. Ausschaltung von rotierenden Bewegungen und Verhütung der Dislocatio ad longitudinem durch Ruhigstellung eines Rotationshebels und Anmodellieren des Verbandes an seitlichen vorspringenden Knochenpunkten,
3. Einbeziehung aller Gelenke, deren Bewegungen die Bruchstelle beeinflussen können, in den Verband.“

Nur der Verband ist richtig, der diese Bedingungen erfüllt. Nach dem Beginn des Festwerdens der Fraktur wird man mit vorsichtigen Bewegungen und Massage der Muskelatrophie und Gelenkversteifung entgegenzuarbeiten haben.

Häufige Röntgenkontrolle erscheint mir während der Frakturbehandlung in allen Fällen auch nach blutiger Behandlung angebracht, besonders bei der Propellerfraktur, da das untere Fragment große Neigung zu erneuter Dislokation hat.

Durch Trauma oder Operation gesetzte Wunden bedürfen naturgemäß der Behandlung und Kontrolle bis zur Heilung, und es empfiehlt sich daher Fensterung des Fixationsverbandes.

Wie bei Entstehung der Fraktur selbst, so kann es auch während des Heilverlaufs zu Komplikationen kommen, die zu vorübergehender oder dauernder Beeinträchtigung des Resultates führen können.

Die Nebenverletzungen, bedingt durch Trauma oder Dislokation, und ihre Behandlungsnotwendigkeit wurden schon betont.

Als Komplikationen während des Heilverlaufs seien Infektion und Verzögerung der Kallusbildung genannt. Beide bedeuten eine Verlängerung des Heilverlaufs, da die zur Erhaltung der Muskelelastizität und Gelenkfunktion erforderlichen Bewegungen erst spät begonnen werden können; eventuell können sie zu Pseudarthrose führen, die eine nochmalige Operation nötig machen würde.

Zur Anregung der Kallusbildung stehen uns eine Reihe genügend erprobter Maßnahmen zur Verfügung, wie Massage, Einspritzung von Reizmitteln, wie Blut usw. (Bier, Hildebrand), Stauung (Bum, Deutschländer), Bewegung, die ja auch nur eine andere Form der Massage ist, und andere. Die häufigste Ursache der verzögerten Heilung und der Pseudarthrosen sieht Hildebrand in Konstitutionsabweichungen und gewissen Krankheiten, welche die Ernährung beeinflussen.

Unsere Patienten waren junge kräftige Soldaten, bei denen mit genügender Kallusbildung von vornherein gerechnet werden konnte. Unter dem Reiz der bei der blutigen Reposition zurückgelassenen Blutgerinnsel kam es mit nur geringer Verzögerung, die wohl durch die genaue Adaption der Fragmente bedingt war, zum Festwerden des Knochens.

Durch das Trauma selbst kann es gelegentlich zu Abriß von Teilen der Gelenkfläche des Ellbogengelenks kommen (Franz König, Barth, Martens, Vollbrecht), die zur Bildung freier Gelenkkörper Veranlassung geben könnten, oder es kommt infolge zu langer Ruhigstellung zu Verwachsungen der Weichteile unter sich und mit der

Gelenkkapsel, zu Verwachsungen der Synovialis und der Knorpelflächen untereinander; spätere zur Mobilisation der Gelenke nötige Bewegungen führen dann infolge Zerreißung dieser Verwachsungen zu intra- und periartikulären Blutungen und sekundären entzündlichen Prozessen (Stolle).

Als Folge von Fraktur und ihrer Behandlung beobachtete Helferich Arthritis deformans, ferner im Anschluß an Traumen (Benda und Linberger) intermittierenden Gelenkhydrops.

Bardenheuer fand Synovitis nach unvorsichtiger Ausführung von Bewegungen.

Über die Beziehungen zwischen der Gelenktuberkulose und dem Trauma haben Honsell und Friedrich Versuche angestellt, fanden aber, daß traumatisch beeinflußte Gelenke und Knochen in den seltensten Fällen Sitz der Tuberkulose waren.

Von vielen Autoren ist auf die Myositis ossificans traumatica aufmerksam gemacht und ihr Auftreten nach Traumen und Verletzungen des Ellbogengelenks und der Ellbogengelenksgegend beobachtet worden (Busse-Blecher, Rotschild, Frangenheim und andere). Sie tritt mit Vorliebe im Brachialis internus, seltener im Bizeps auf und bildet ein mechanisches Bewegungshindernis.

Es sei noch erwähnt Ankylose als Folge zu langdauernder Ruhigstellung des Gelenkes. Ist eine lange Ruhigstellung nötig, so soll Vorsorge getroffen werden, daß nicht dauernd die gleichen Stellen der Gelenkflächen in Kontakt stehen.

Infolge zu fest liegender, schnürender Verbände kann es zu ischämischer Lähmung und zu Gangrän der Extremität kommen.

Die Prognose der durch Propellerschlag gesetzten typischen Oberarmfraktur ist, schwere Nebenverletzungen oder schwere Allgemeinerkrankungen ausgeschlossen, quoad vitam und quoad functionem günstig zu stellen.

Bezüglich der Prophylaxe wäre zu sagen, daß bei Verwendung besonders intelligenter, vorsichtiger Menschen im Dienst am Flugzeug, bei ständigem Hinweis auf die zum Betriebe der Flugzeuge erforderlichen Vorsichtsmaßregeln eine zahlenmäßige Einschränkung dieser Verletzung gewiß sicher zu erreichen wäre. Auf den Grad der Ausbildung und die Art des Betriebsstoffs als in der Prophylaxe zu bewertender Faktoren wurde schon eingangs hingewiesen.

Fassen wir das Gesagte nochmals zusammen, so ergibt sich wohl daraus als besonders hervorzuheben:

1. die Fraktur des linken Humerus durch Propellerschlag ist eine typische Verletzung, typisch auf Grund ihres Zustandekommens, als auch nach ihrem pathologisch-anatomischen Befunde;
2. sie ist infolge der fast stets vorhandenen hochgradigen Dislocatio ad latus des unteren Fragmentes zu den schweren Frakturen zu rechnen;
3. die starke Dislocatio ad latus, die Gestaltung der Bruchlinie, Splitter oder Weichteilinterpositionen setzen dem unblutigen Repositionsverfahren erfahrungsgemäß fast unüberwindliche Widerstände entgegen. Sobald daher unblutige Repositionsverfahren nicht bald zum Ziel führen, wird die Dislokation im Interesse guter funktioneller und anatomischer Heilung auf operativem Wege zu beseitigen sein;
4. aus diesem Grunde muß die Behandlung dieser Fraktur fast ausschließlich den Kliniken und Krankenhäusern überlassen werden.

Literatur.

Deutschländer, Über Automobilfrakturen. Berl. Zentralblatt für Chirurgie 1905, S. 531.

Kahleiß, Beitrag zur Kenntnis der Frakturen am unteren Ende des Radius. Deutsche Zeitschr. für Chir. Bd. 45, S. 531.

Marx-Berlin, Fliegerverletzungen. Berl. Klin. Wochenschr. 1914.

v. Saar, Die typischen Sportverletzungen.

—, Die Sportverletzungen. Neue deutsche Chir. Bd. 13.

Kothe-Gotha, Über eine typische Oberarmverletzung durch Propellerschlag. Deutsche med. Wochenschr. 1916, Nr. 45.

Bruns, Die Lehre von den Knochenbrüchen. Deutsche Chir. Bd. 27.

Gurlt, Handbuch der Lehre von den Knochenbrüchen.

Helferich, Frakturen und Luxationen. Lehmann, München 1910.

Wullstein-Wilms, Lehrbuch der Chir. Bd. 3.

Zuppinger, Über die mechanischen Vorgänge beim Brechen der Diaphysen der langen Röhrenknochen. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 52, S. 301.

Ipsen, Zur Mechanik von Knochenbrüchen. Verhandlung der deutschen Gesellschaft für gerichtliche Medizin, Naturforscherversammlung 1906.

Hilgenreiner, Zur suprakondylären Fraktur des Oberarms. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 39, S. 275.

Wendt, Die Verletzungen des Ellbogengelenks im Röntgenogramm, mit besonderer Berücksichtigung der Frakturen des unteren Humerusendes. Archiv und Atlas, Ergänzungsband 23.

Wendt, Welchen Einfluß hat die Röntgendiagnostik auf die Erkennung und Behandlung der Knochenbrüche gehabt? Verhandlung der deutschen Röntgengesellschaft Bd. 3.

Oberst (zitiert bei Wendt), Die Behandlung der subkutanen in die Gelenke penetrierenden und paraartikulären Knochenbrüche.

Coenen, Die Behandlung des suprakondylären Oberarmbruches. Beiträge zur klin. Chir. Bd. 60, S. 313.

Stolle, Über Epiphysenlösungen, Frakturen und Luxationen im Bereich des Ellbogengelenks und ihre Behandlung nach der Bardenheuerschen Extensionsmethode. Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. 74, S. 65.

Bardenheuer u. Gräßner, Die Technik der Extensionsverbände. Stuttgart, Enke 1905.

Knoke, Beitrag zur Behandlung der suprakondylären Humerusfrakturen. Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. 90.

Kantak, Erfahrungen über Nagelextensionen. Diss. Tübingen 1913; ref. bei Gläßner, Jahresbericht f. Chir. 1913, erster Teil.

Sultan, Die ambulatorische Behandlung der Oberarmbrüche mit permanenter Extension. Archiv für klin. Chir. Bd. 63.

v. Eiselsberg, Die heutige Behandlung der Knochenbrüche. Deutsch. Klin. Bd. 8, 1903.

Mohr, Die modernen Grundsätze der Frakturbehandlung. Monatshefte für U. u. J. 1904, S. 156.

Wolf, Beiträge zur Lehre von der Heilung der Frakturen. Arch. f. klin. Chir. Bd. 14.

Fritz Härtel, Die Ruhigstellung der Frakturen. Borchardt-Schmieden, Lehrbuch der Kriegschirurgie.

W. Meyer, Die Muskelinterposition als Ursache der Pseudarthrosenbildung. Bruns Beiträge für Chir. Bd. 16.

Jahresberichte über die Fortschritte auf dem Gebiete der Chir., 19. Jahrgang, 1. Abteilung 12.

König, Über die Berechtigung frühzeitiger blutiger Eingriffe bei subkutanen Frakturen. Langenbecks Archiv Bd. 76.

Fritz König, W. Körte u. A. Lane, Über die operative Behandlung der Knochenbrüche. Diskussion Chirurgenkongreß 1902, dasselbe ebenda.

Ranzi, Beiträge zur operativen Behandlung der Frakturen. Langenbecks Archiv Bd. 80.

Völcker, Über primäre Nahtbehandlung von Frakturen. Verhandlung der deutschen Gesellschaft f. Chir., 31. Kongreß 1902.

Helferich, Über künstliche Vermehrung der Knochenneubildung. Arch. f. klin. Chir. Bd. 36.

Bier, Die Bedeutung des Blutergusses für die Heilung des Knochenbruchs. Med. Klinik 1905, Heft 1.

Bum, Die Entwicklung des Knochenkallus unter dem Einfluß der Stauung. Arch. f. klin. Chir. Bd. 67.

Hildebrand, Die Heilung der Knochenbrüche und die Bedeutung der Blutung dabei. Med. Klinik 1906, Nr. 5.

Orth, Ein Beitrag zur Kenntnis des Knochenkallus. v. Leutholds Gedenkschrift, Bd. 2, 1906.

Deutschländer, Die Behandlung der Knochenbrüche mit Stauungshyperämie. Zentralblatt f. Chir. 1906, S. 337.

Fritz König, Die späteren Schicksale difform geheilter Knochenbrüche. Langenbecks Arch. Bd. 85.

Riethus, Verletzungen des Nerv. radialis bei Humerusfrakturen. Beiträge zur klin. Chir. Bd. 24, S. 703.
Hammond, Aneurysma der Art. prof. hum. (brach.) nach Ellenbogenbruch. Ref. Jahrbuch f. Chir. 1901, S. 1047.
Helferich, Artritis deformans als Unfallfolge. Monatshefte f. U. u. J., 1901, S. 27.
Benda, Intermittierende Gelenkwassersucht. Monogr. Studien Berlin 1900.
Linberger, Über intermittierenden Gelenkhydrops. Beitr. z. klin. Chir. Bd. 30, S. 299.
Honsell, Gelenktuberkulose nach Trauma. Beiträge z. klin. Chir. Bd. 28, S. 659.
Friedrich, Experimentelle Beiträge zur Kenntnis der chirurgischen Tuberkulose, insbesondere der Tuberkulose der Knochen, Gelenke und Nieren, und zur Kenntnis ihrer Beziehung zu Traumen. Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. 53, S. 512.
Franz König, Über freie Körper in den Gelenken. Deutsche Zeitschr. f. Chir. Bd. 27, S. 90.
Barth, Pathologische Anatomie der Gelenkmäuse. Zentralblatt f. Chir. Bd. 23.
Vollbrecht, Ein Beitrag zur Lehre von den Gelenkmäusen. Beiträge z. klin. Chir. Bd. 21, S. 216.
Frangenheim, Über die Beziehungen zwischen der Myositis ossif. und dem Kallus bei Frakturen. Archiv f. klin. Chir. Bd. 80.
Busse-Blecher, Über Myositis ossif. Deutsche Zeitschr. f. Chir., Bd. 73, S. 388.
Rothschild, Über Myositis ossif. traum. Beiträge z. klin. Chir. Bd. 28, S. 1.
Machol, Die Lux. cub. post. und ihr Verhältnis zur Myositis ossif. traum. Beiträge z. klin. Chir. Bd. 56.
Frangenheim, Die Myositis ossif. im musk. brach. nach Ellenbogenluxation, ihre Diagnose und Behandlung. Deutsche med. Wochenschr. 1908, Bd. 12.
Budde, Persönliche Mitteilungen.

Dem ganz besonderen Entgegenkommen des Herrn Professors Dr. Schmieden habe ich die vorstehende Arbeit zu danken. Ihre Anfertigung verzögerte sich infolge mancherlei Reisen, die ich zwecks Praxissuche unternehmen mußte, sowie infolge diphtherischer Erkrankung.

Es ist mir ein ebenso dringendes wie angenehmes Bedürfnis, Herrn Professor Dr. Schmieden sowie den Herren der chirurgischen Klinik, besonders Herrn Dr. Budde, für das mir erwiesene Entgegenkommen und die liebenswürdige Unterstützung bei Auswahl der Literatur und Nachprüfung der Arbeit meinen ergebensten Dank auszusprechen.

Lebenslauf.

Geboren wurde ich am 17. Oktober 1882 zu Dorstfeld im Kreise Dortmund. Von meinem 11. bis 20. Lebensjahr besuchte ich das Realgymnasium zu Dortmund. Nach Absolvierung desselben arbeitete ich zunächst ein Jahr auf dem Hörder Bergwerks- und Hüttenverein und ging dann nach München, um auf Wunsch meiner Mutter auf der dortigen Technischen Hochschule das Studium des Bauingenieurfaches zu betreiben. Meine Neigung galt von jeher der Medizin, doch gelang es mir erst nach mehreren Jahren, die Erlaubnis zum Wechsel des Studiums zu erhalten. Meinen medizinischen Studien lag ich in München, Greifswald und Gießen ob. An letzterer Universität bestand ich im Dezember 1913 das medizinische Staatsexamen. Als Medizinalpraktikant war ich am Bergmannstrost in Halle und am städtischen Krankenhaus in Aschersleben tätig. Anfang August 1914 rückte ich mit einer Kompagnie des Pionier-Bataillons Nr. 4 Magdeburg ins Feld, wurde Ende 1914 zu einem Feldlazarett versetzt und war während des letzten Jahres des Krieges Chirurg einer Sanitätskompagnie.

Seit Anfang November 1918 bin ich aus dem Felde zurück und wurde am 14. Dezember aus dem Heeresdienst entlassen.

Am 1. März 1919 gedenke ich eine Praxis zu übernehmen.